
Abgabe: 25. April 2022

Serie 07

Aufgabe 1: Fledermäuse

Fledermäuse stossen Ultraschallschreie mit einer Frequenz von etwa 100 kHz aus und benutzen deren Echos zur Orientierung und zum Orten von Jagdbeute. Die Schalleistung eines solchen Schreies liegt zwischen 10^{-6} und 10^{-5} W. Schätzen Sie ab, aus welcher Entfernung die Fledermaus Objekte wie Bäume und Wände orten kann falls das Fledermausohr eine Hörschwelle von 10^{-12} W/m² hat.

Aufgabe 2: Autohupe

Ein Auto nähert sich einer schallreflektierenden Plakatwand (siehe Abbildung). Ein sich hinter dem Auto in Ruhe befindender Beobachter mit absolutem Gehör nimmt den direkt von der Hupe ausgesendeten Schall bei einer Frequenz von 745 Hz und den von der Plakatwand reflektierten Schall bei einer Frequenz von 863 Hz wahr.

- Wie schnell fährt das Auto?
- Welche Frequenz hat die Autohupe?
- Mit welcher Frequenz nimmt der Autofahrer die von der Wand reflektierte Welle wahr?

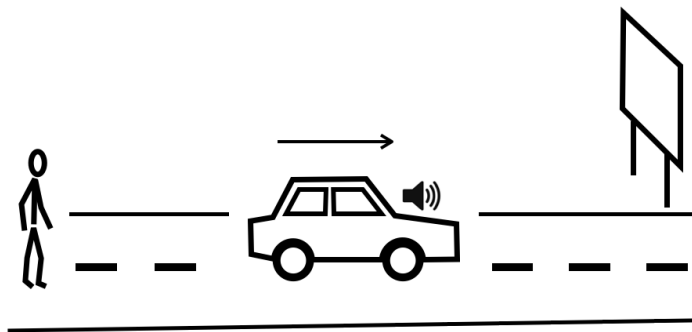


Abbildung 1: Auto und Plakatwand

Aufgabe 3: Überlagerung von Wellen

In diesem Experiment werden zwei Wellen, die von demselben Lautsprecher erzeugt werden, überlagert, siehe Abb. 2. Die Schallwellen durchlaufen zwei unterschiedlich lange Wege bis zum Mikrophon, da einer der Wege um $2L$ verlängert werden kann. Deswegen haben die am Ort des Mikrophons erzeugten Schwingungen generell unterschiedliche Phasen. Der Lautsprecher sendet einen Ton mit einer Frequenz

von $\nu = 1500 \text{ Hz}$. Die Überlagerung der Schallwellen bzw. Schwingungen wird mit einem Mikrophon aufgezeichnet, siehe Abb. 2. Zwei aufeinander folgende Minima der Amplitude werden jeweils erreicht wenn L um $d = 11.5 \text{ cm}$ erhöht wird. Bestimmen Sie daraus die Schallgeschwindigkeit.

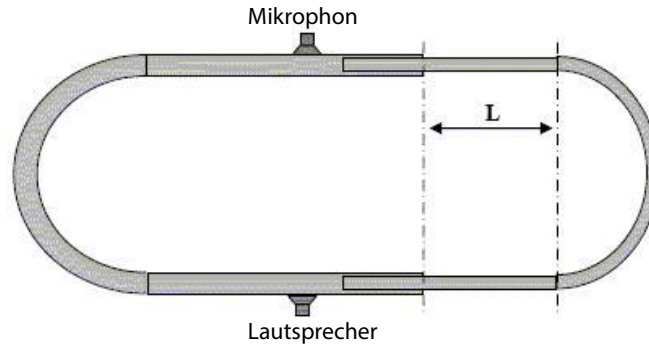
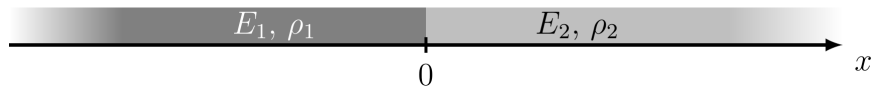


Abbildung 2: Lautsprecherexperiment

Aufgabe 4: Longitudinalwellen in Metallstäben

Zwei Stäbe mit gleichem Querschnitt A_{\square} seien an der Stelle $x = 0$ verbunden. Der erste Stab habe die Dichte $\rho_1 = 9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und das Elastizitätsmodul $E_1 = 144 \text{ GPa}$, für den zweiten Stab gelte $\rho_2 = 20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und $E_2 = 80 \text{ GPa}$.



Betrachten Sie eine sich von links auf die Grenzfläche zubewegende Longitudinalwelle der Form

$$\xi_{\text{in}}(x, t) = A e^{i\omega(\frac{x}{v_1} - t)},$$

wobei ω die Kreisfrequenz bezeichnet und der Realteil von ξ_{in} der longitudinalen Auslenkung entspricht.

- Formulieren Sie einen allgemeinen Ansatz zur Beschreibung der an der Grenzfläche reflektierten Welle ξ_r und der transmittierten Welle ξ_t in Abhängigkeit der Amplitude A und der Kreisfrequenz ω . Berechnen Sie unter Verwendung der Randbedingungen bei $x = 0$ (Stetigkeit der Auslenkung und Energieerhaltung) den Transmissions- und den Reflektionskoeffizienten.
- Geben Sie den Intensitätspegel der reflektierten Welle relativ zur Intensität der einfallenden Welle in dB an. Nähern Sie Ihr Ergebnis mit Hilfe von $\log_{10}(2) \approx 0.3$.